

Полученные данные о мембране на основе бензилового спирта свидетельствуют о высоких электродных показателях: сходимости и воспроизводимости потенциалов, стабильности работы, низком дрейфе и времени отклика электрода. Таким образом, она по всем исследуемым показателям превосходит мембрану на основе хлорфенола и может быть рекомендована к использованию в никель селективных электродах.

Литература.

1. Хейфец, Л.Я. Возможности и перспективы использования вольтамперометрии в анализе и очистке природных и сточных вод / Л.Я. Хейфец, А.Е. Васюков // Журнал аналитической химии. – 1999. – Т.54, № 5. – С. 431-436.
2. Каблов, В.Ф. Селективные свойства ионообменных материалов, полученных темплатным синтезом / В.Ф. Каблов, Д.А. Кондруцкий, М.В. Судницина // Фундаментальные исследования.- 2011.- № 8–3.- С. 637-640.
3. Твердофазный никельселективный электрод для потенциометрического контроля объектов окружающей среды / Е.А. Данилова, Л.Н. Ольшанская, Т.Ю. Хомутова, О.П. Сидоровнина // Экология и промышленность России . - 2016. - Т. 20, № 1. - С. 14-17.
4. Гайдышев, И.Г. Анализ и обработка данных: специальный справочник / И.Г. Гайдышев .-СПБ: Питер, 2001.-752 с.
5. Мاستицкий, С.Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. / С.Э. Мастицкий, В.К. Шитиков, 2014. – 401 с. [Электронный ресурс]: Электронная книга.- Режим доступа: <http://r-analytics.blogspot.com>.

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИЕ КРАСИТЕЛИ

Е.В. Карлова, Т.В. Конькова, к.т.н, доцент

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева

125047, Москва Миусская пл. 9, тел. (499)978-86-60

E-mail: karl.elen@yandex.ru

Аннотация: Исследованы особенности окислительной деструкция органических красителей пероксидом водорода в водных растворах в присутствии $\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3$ катализатора. Адсорбция красителей на поверхности катализатора в процессе катализа зависит от размера их молекул и в целом положительно влияет на окисление, однако крупные молекулы красителя могут блокировать активные центры катализатора и замедлять процесс окисления.

Abstract: The features of oxidative destruction of organic dyes by hydrogen peroxide in aqueous solutions in the presence of $\text{Co} / \text{Al}_2\text{O}_3$ catalyst are studied. Adsorption of dyes on the surface of the catalyst during the catalysis depends on the size of their molecules and generally has a positive effect on the oxidation, however large dye molecules can block the active sites of the catalyst and slow down the oxidation process.

В настоящее время вопрос о защите окружающей среды является одним из приоритетных, так как ее загрязнение оказывает существенное негативное влияние на здоровье человека. В воды попадают промышленные и бытовые отходы, содержащие соли различных металлов, яды, пестициды, удобрения, моющие средства, радиоактивные вещества. Одним из источников загрязнения гидросферы являются промышленные сточные воды, содержащие большое разнообразие органических соединений, некоторые из которых являются токсичными. Стоки текстильной промышленности загрязнены рядом разнообразных органических красителей. Уменьшение экологической нагрузки на окружающую среду может быть достигнуто, прежде всего, за счет исключения или резкого снижения сброса вредных веществ в сточные воды.

Среди существующих методов очистки сточных вод каталитическое окисление органических веществ является эффективным методом. Данный процесс является практически необратимым и при наличии подходящих катализаторов позволяет полностью превратить токсичные органические вещества в безвредные продукты углекислый газ и воду. Окисление органических веществ, в том числе красителей, пероксидом водорода с помощью гетерогенных катализаторов (процесс типа Фентона), является одним из перспективных способов обезвреживания сточных вод промышленных предприятий [1-3]. Гетерогенные катализаторы, по сравнению с гомогенными позволяют проводить катали-

тический процесс в более широком интервале pH. В качестве носителей катализаторов для окислительной деструкции органических токсикантов в водных растворах исследователи применяют различные пористые материалы: углерод, цеолиты, слоистые алюмосиликаты, оксиды алюминия и кремния.

Цель данной работы состояла в исследовании влияния адсорбции органических красителей на поверхности Co/Al₂O₃ катализатора на процесс их окислительной деструкции с помощью пероксида водорода.

Катализатор получали пропиткой по влагоемкости γ -Al₂O₃ раствором нитрата кобальта с концентрацией 0,2 моль/литр. Далее катализатор сушили при комнатной температуре в течение суток, затем прокалывали в муфельной печи, в 2 часа при 600°C скорость нагрева 5 град./мин. Содержание активного компонента в полученном катализаторе в пересчете на металл составило 0,44 % мас..

Окисление органических красителей проводили на модельных водных растворах объемом 100 мл и начальной концентрацией ≈ 10 мг/л при 60°C и pH=6 в термостатируемом реакторе периодического действия с мешалкой в течении 60 минут. В качестве объектов окисления исследовали красители анионного типа метиловый оранжевый, Chocolate Brown, активный яркий голубой, ксиленоловый оранжевый, Synosol Blue, Black PN и кислотный алый 2Ж, а также катионного типа кристаллический фиолетовый.

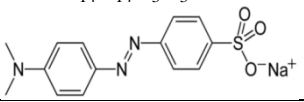
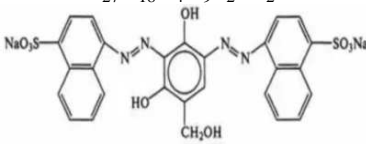
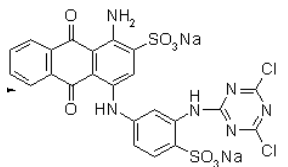
В первом случае навеску катализатора массой 0,5 грамма и 3%-ный раствор пероксида водорода объемом 1 мл загружали в реактор одновременно, стараясь избежать контакта катализатора с красителем без присутствия окислителя. Во втором случае осуществляли предварительную адсорбцию красителя на поверхности катализатора, для этого через 30 минут после начала контакта красителя с катализатором проводили отбор пробы, после чего добавляли пероксид водорода.

Определение концентрации красителей в процессе окислительной деструкции проводили фотометрическим методом с помощью спектрофотометра ЮНИКО 1201 при соответствующей каждой красителю длине волны.

Исследовано влияние адсорбции красителей на поверхности катализатора в условиях процесса и ее влияние на эффективность окисления. Результаты исследования представлены в таблице 1. Адсорбция зависит от размера молекулы либо иона сорбируемого вещества, его строения и заряда, а также от заряда поверхности пористого материала и размера пор адсорбента. По данным низкотемпературной адсорбции азота удельная поверхность катализатора составила 225 м²/г, средний размер мезопор 3,7 нм. Поверхность катализатора заряжена положительно, о чем можно судить по ξ -потенциалу, величина которого в условиях эксперимента составила порядка 2,5 мВ.

Таблица 1

Зависимость адсорбции красителей от их строения и заряда

Краситель	Формула	Молярная масса; г/моль	Заряд	Адсорбция; мг/г	Степень превращения; %
1	2	3	4	5	6
Метиловый оранжевый	$C_{14}H_{14}N_3O_3SNa$ 	327	-1	0,02	57* 57**
Chocolate Brown	$C_{27}H_{18}N_4O_9S_2Na_2$ 	652	-2	0,24	67* 81**
Активный яркий голубой	$C_{23}H_{12}N_6O_8S_2Na_2Cl_2$ 	681	-2	0,36	56* 55**

1	2	3	4	5	6
Кристаллический фиолетовый	$C_{24}H_{28}N_3Cl$ 	393,5	+1	0,38	89* 97**
Кислотный алый 2Ж	$C_{38}H_{29}N_4O_{11}S_3Na_3$ 	882	-3	0,92	96* 71**
Ксиленоловый оранжевый	$C_{31}H_{32}N_2O_{13}S$ 	672	-4	1,06	26* 82**
Synosol Blue	$C_{29}H_{17}N_7O_{11}S_3Na_3Cl$ 	839,5	-3	1,24	70* 93**
Black PN	$C_{28}H_{17}N_4O_{14}S_4Na_4$ 	853	-4	1,64	92* 89**

* степень превращения была достигнута за 60 минут в случае без предварительной адсорбции.

** степень превращения, достигнутая за 60 минут с предварительной адсорбцией в течении 30 минут.

Согласно приведенным данным, величина адсорбции прямо пропорциональна размеру молекулы красителя. Метиловый оранжевый практически не адсорбировался на поверхности катализатора, несмотря на положительный заряд поверхности катализатора, что не оказало влияния на конечную степень превращения. Для Black PN адсорбция максимальна и составила 1,64 мг/г катализатора, при этом степень очистки раствора равна в первом случае 92%, во втором – 89%. Заряд иона красителя также оказывает существенного влияния на адсорбцию красителя.

Во всех случаях адсорбция положительно влияет на процесс очистки водных растворов красителей, за исключением кислотного алого 2Ж. Вероятно, в данном случае происходит блокирование активных центров катализатора молекулами красителя. В целом, при наличии адсорбции красителя на поверхности катализатора уменьшается реакционный путь гидроксил-радикала к молекуле окисляемого вещества, вследствие чего, эффективность процесса окисления возрастает. Анализ растворов после катализа методом сканирующей спектрофотометрии показал, что в исследуемом временном интервале наряду с разрушением хромофорных групп, приводящих к обесцвечиванию раствора, происходит деструкция бензольных колец красителей. Концентрация полупродуктов деструкции, имеющих полосы поглощения в области ниже 250 нм возрастает.

Таким образом, гетерогенный процесс типа Фентона в присутствии Co/Al_2O_3 катализатора является эффективным методом обезвреживания сточных вод, содержащих органические красители и позволяет осуществлять последующую биологическую обработку.

Литература.

1. Конькова Т.В., Гордиенко М.Г., Алехина М.Б., Меньшутина Н.В. Синтез и каталитические свойства $\text{Fe/SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ систем, полученных золь-гель методом // Ж. Физической химии. 2017. Т. 91. №3. С. 450-454.
2. Конькова Т.В., Просвирин И.П., Алехина М.Б., Скорникова С.А. Кобальтсодержащие катализаторы на основе Al_2O_3 для окислительной деструкции органических красителей в водной фазе // Кинетика и катализ. 2015. Том. 56. №2. С. 207-213.
3. Конькова Т.В., Гордиенко М.Г., Алехина М.Б., Меньшутина Н.В., Кирик С.Д. Катализаторы на основе мезопористого оксида кремния для окисления азокрасителей в сточных водах // Катализ в промышленности. 2015. Т. 15. № 6. С. 56-61.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИОТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

С.В. Макаров, старший преподаватель

Юргинский технологический институт (филиал)

Национального исследовательского Томского политехнического университета

652050, г. Юрга ул. Ленинградская 26, тел. (38451)7-77-64

E-mail: makarovsv@tpu.ru

Аннотация: Большинство дискуссий вокруг феномена Интернета вещей (IoT) обычно сводится к тем потенциальным преимуществам для бизнеса и к тем удобствам для пользователей, которые обеспечивают интеллектуальные устройства и объекты, окружающие нас ежедневно. Однако, каким образом Интернет вещей и индустриальный Интернет вещей (M2M – machine-to-machine), то есть беспроводная передача данных и информации между устройствами и объектами, будет способствовать устойчивому развитию и защите окружающей среды.

Abstract: Most of the discussions around the phenomenon of the Internet of Things (IoT) usually boils down to those potential benefits for the business and to those amenities for users that provide intelligent devices and objects that surround us daily. However, how the Internet of things and the industrial Internet of things (M2M - machine-to-machine), that is, the wireless transmission of data and information between devices and objects, can have a beneficial effect on our lives and will contribute to sustainable development and the protection of the environment on the planet.

Компания Gartner делает прогноз [1], к 2020 году на планете будет насчитываться порядка 25 миллиардов смартфонов, smart-watch, носимой электроники, подключенных к сети автомобилей и иных устройств с доступом в сеть. Как полагают эксперты, в ближайшие несколько лет стоимость датчиков будет неуклонно снижаться. Получат широкое распространение новейшие инновационные беспроводные технологии, которые отличаются пониженным энергопотреблением и увеличенной дальностью, например Long Range Radio (LoRa). Из чего можно сделать вывод, что благодаря IoT перед природоохранными и экологическими организациями открываются практически неограниченные возможности, в частности, возможность проведения мониторинга изменение глобальных показателей развития.

В ходе многочисленных обсуждений и споров о перспективах приложений, в которых используется межмашинное взаимодействие (M2M), можно заметить, что именно проекты, направленные на сохранение устойчивого развития и на защиту окружающей среды, способны в полной мере раскрыть истинный потенциал IoT революции – и использовать открывающиеся нам возможности для решения самых актуальных проблем в промышленности, сельском хозяйстве и в области защиты окружающей среды. Следует отметить, что сегодня существует ряд инновационных идей, связанных с применением IoT в сфере устойчивого развития, и уже реализующихся проектов с использованием M2M технологии. Например, в компании Gemalto ведётся работа над M2M проектом, который ставит своей целью помочь решить глобальный кризис в отрасли пчеловодства с помощью необходимых для сельского хозяйства инноваций.

В последние десятилетия популяция пчёл в Европе и Америке неуклонно сокращается – об этом сообщают пчеловоды со всего мира. В частности, в США численность колоний пчёл снизилась с 1962 года на 90%, что объясняется, использованием пестицидов, недостаточной активностью пчёл